

Магин Д.Ю., Костромин С.В.

Нижегородский государственный технический университет
им. Р.Е. Алексеева, г. Нижний Новгород

dmizy@inbox.ru

ОЦЕНКА ПРИМЕНЕНИЯ ТЕХНОЛОГИИ ЛАЗЕРНОГО ПОВЕРХНОСТНОГО УПРОЧНЕНИЯ И ОБЪЕМНОЙ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ СВОЙСТВ И ФОРМИРОВАНИЯ УПРОЧНЕННОГО СЛОЯ НА ПОВЕРХНОСТИ ДЕТАЛИ ЗУБЧАТОЕ КОЛЕСО

При современном уровне сложности и высоких технологических требованиях предъявляемые к промышленным изделиям особое внимание уделяется их надежности и долговечности. Как известно, поверхностные слои деталей подвергаются наиболее интенсивным механическим, тепловым, химическим и другим воздействиям. Таким образом, основной причиной преждевременного выхода из строя деталей является разрушение и изнашивание поверхностных слоев.

Достижения современной науки и техники позволяют решать эти проблемы путем создания материалов с заданными структурой и свойствами за счет новых эффективных способов упрочнения. На сегодняшний день распространенным способом упрочнения высоконагруженных деталей машин (зубчатые колеса и др.) являются: объемная закалка, закалка токами высокой частоты, химико-термическая обработка (цементация, нитроцементация, азотирование).

Цементацию применяют в технологии изготовления зубчатых колес небольших размеров, при этом твердость поверхностного слоя должна составлять 56–60 HRC, а толщина цементованного слоя – 0,1–0,15 мм от толщины зуба. В условиях Нижегородского машиностроительного завода сталь 20Х3НЗМФБА используется для производства зубчатых колес, применяемых в угольных комбайнах. Традиционная технология термообработки этих изделий включает в себя нормализацию, высокий отпуск, цементацию, закалку и низкий отпуск. Подобная обработка обеспечивает получение заданных технических условий, но имеет ряд недостатков. Прежде всего, это длительность процесса цементации, а также то, что цементованные зубчатые колеса из традиционных сталей не могут эксплуатироваться при температурах, превышающих температуру низкого отпуска.

В настоящей работе изучалось влияние различных режимов лазерной обработки на структуру и свойства стали 20ХЗНЗМФБА и возможность замены цементации зубчатых колёс лазерным упрочнением. Предлагаемая технология может быть использована в производстве зубчатых колес малого диаметра.

Использование лазерного излучения для упрочнения и легирования поверхности конструкционных сталей позволяет получить требуемые толщины модифицированных слоев при большей достигаемой твердости, чем при цементации. К достоинствам метода относятся: локальный характер теплового воздействия, минимальные термические деформации, теоретически широкий диапазон регулировки энергетических характеристик лазерного излучения, возможность получения высокопрочных поверхностных слоев. Предварительную объемно термическую обработку проводят для получения мелкого и равномерного зерна, улучшения обрабатываемости при механической обработке и получения требуемого комплекса механических свойств. С повышением дисперсности исходной структуры увеличивается толщина зон лазерного воздействия, что связано с уменьшением теплопроводности и $\alpha \rightarrow \gamma$ превращения.

В качестве объектов исследования были использованы заготовки из стали 20ХЗНЗМФБА после объемной термической обработки – нормализации с высоким отпускком. Микроструктура стали – сорбит отпуска с небольшим количеством дисперсных карбидов. Лазерное упрочнение проводилось на установке «Латус-31». Мощность излучения лазера составляла 1100 Вт, диаметр пятна – 3 мм. Варьируемый параметр в исследовании – скорость обработки. Она составила 7, 14, 21, 28 мм/с.

Установлено, что лазерная закалка приводит к образованию упрочненного слоя, микротвердость которого превышает микротвердость стали 20ХЗНЗМФБА после объемной термообработки (3761 МПа) и достигает 7333 МПа. Структура зон лазерного воздействия представляет собой мартенсит. При одинаковой мощности глубина зоны лазерного воздействия тем больше, чем меньше скорость обработки. Глубина упрочненного слоя достигает 0,38 мм при $v = 7$ мм/с и 0,26 мм при $v = 28$ мм/с. Наибольший эффект упрочнения был достигнут после лазерной закалки образцов с предварительной стандартной термообработкой при мощности 1100 Вт и скорости перемещения луча 7 мм/с. В результате исследований была разработана технология термической и поверхностной обработки высоконагруженных зубчатых колес из стали 20ХЗНЗМФБА, которая состоит из

стандартной для этого материала нормализации с высоким отпуском и лазерного упрочнения по рекомендованным режимам. Предложенная технология лазерного упрочнения зубчатых колес в ряде случаев может заменить цементацию, при этом значительно сокращается продолжительность термической обработки.